

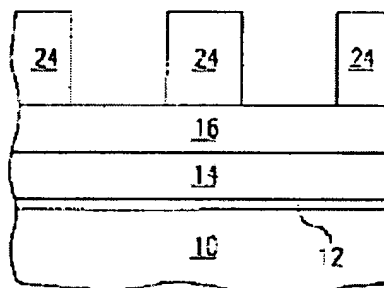
SEMICONDUCTOR TREATMENT METHOD

Patent number: JP10163083
Publication date: 1998-06-19
Inventor: MARK E MASON; AMITAVA CHATERGY
Applicant: TEXAS INSTR INC <TI>
Classification:
- international: H01L21/027
- european:
Application number: JP19970281754 19971015
Priority number(s):

Abstract of JP10163083

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical assist layer for optimizing a profile of resist patterns.

SOLUTION: A pad oxide 12 and a nitride layer 14 are formed on a substrate, and an optical assist layer 16 is formed before deposition of resist. Thereafter, a resist layer is deposited to form resist patterns 24. These resist patterns 24 have a straight sidewall due to presence of the optical assist layer 16 and does not form a resist 'foot' under the resist patterns 24. A thickness of the optical assists layer 16 is optimized so as to reduce/remove interference between the resist layer and a substrate 10, and accordingly the resist 'foot' is reduced/removed.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-163083

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 21/027

識別記号

F I
H 0 1 L 21/30

5 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-281754

(22) 出願日 平成9年(1997)10月15日

(31) 優先権主張番号 60/028499

(32) 優先日 1996年10月15日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000879

テキサス インストルメンツ インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72) 発明者 マーク イー メイソン

アメリカ合衆国 テキサス州 75231 ダ
ラスデブシャイア 7302

(72) 発明者 アミタヴァ チャタージイー

アメリカ合衆国 テキサス州 75023 プ
ラノサンタナ レーン 3545

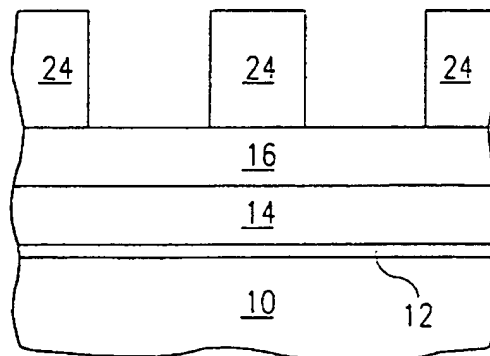
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

(54) 【発明の名称】 半導体処理方法

(57) 【要約】

【課題】レジストパターン(24)のプロフィールを最適化するための光学的アシスト層(16)を設けること。

【解決手段】パッド酸化物(12)と窒化物層(14)が基板上に形成され、光学的アシスト層(16)がレジストの堆積前に形成される。その後レジスト層が堆積され、レジストパターン(24)に形成される。このレジストパターン(24)は、光学的アシスト層(16)の存在により、真っ直ぐな側壁を有し、且つレジストパターン(24)の下部にレジスト“フット”を形成しないようにする。光学的アシスト層(16)の厚さは、レジスト層と基板(10)間の干渉を減少/除去するように最適化され、従って、レジスト“フット”を減少/除去する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホトリソグラフィ方法であって、基板上に少なくとも1つの層を形成するステップと、前記少なくとも1つの層上に、少なくとも半透明であり、前記少なくとも1つの層とは異なる屈折率を有する光学のアシスト層を形成するステップと、前記光学のアシスト層上にホトレジスト層を形成するステップと、前記ホトレジスト層からレジストパターンを形成するステップと、を有することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】 本発明は、一般に半導体処理方法、特に、リソグラフィに用いられるホトレジストのプロフィールを最適化する方法に関する。

【0002】

【発明の背景】 半導体デバイスが z 方向（厚さ方向）にスケールダウンされると、半導体デバイスの形成に用いられる薄膜は必然的に薄くなる。これは、トレンチ分離を形成するステップを用いたハードマスク層に対しては正しい。トレンチ分離は互いにデバイスを電氣的に分離するために用いられる。それは、ハードマスク層、即ち一般的に薄いパッドの酸化物と窒化物の層、を堆積し、ハードマスク層上にホトレジストのパターンを形成し、ハードマスクを形成するためにホトレジストのパターンを用いてハードマスク層をエッチングし、その後ハードマスクを用いて半導体基板をエッチングするステップを含む。 z 方向に半導体デバイスをスケールダウンすることにおいて、ハードマスクに用いられる窒化物層の厚さを減少することは望ましいことである。都合の悪いことに、窒化物層の厚さを変えると、望ましくない光学効果を生じる。特に、図1に示されるように、“フート(foot)”20がパターン化されたホトレジスト18の底部に生じる。窒化物の厚さに依存することに加えて、“フート”20はステッパーの波長にも依存する。図1は、半導体基板10上に形成された約150Åのパッド酸化物12、酸化物層12上に形成された約1,500Åの窒化物層14、および窒化物層14上に形成されたレジストパターン18を示す。“フート”20は、レジストパターン18、基板10およびその間にある他の層12、14間の光学的相互作用の結果である。窒化物の厚さの変化は均一性を増大し、欠陥を減少するために必要とされる。しかし、2,000Åから1,500Åへ窒化物層14の厚さを変化させることによって、“フート”20の形成が生じる。レジストパターン18が上部と下部で同じ幅でないと、その下にある窒化物層14を用いて形成されるハードマスクは誤ったパターンサイズを有する。更に、エッチング中に、“フート”20が浸食すると、ハードマスクは傾斜のついた側壁を有する。遂には、“フート”20は、トップダウンSEM(scanning electron microscope: 走査電子顕微鏡)測定において容易にみるこ

できない。

【0003】 この問題を解決するための従来の方法は、レジストの厚さを調整し、非反射性コーティング（上部と下部）を加え、且つ色のついたレジストを用いるステップを有する。しかし、これらの方法の何れもレジスト“フート”を適切に除去しない。従って、レジスト“フート”を減少し、あるいは除去する方法の必要性がある。

【0004】

【発明の概要】 本発明は、ハードマスクの窒化物層とレジスト層間に光学のアシスト層を追加している。この光学のアシスト層は窒化物の屈折率と異なる屈折率を有する透明或いは半透明の層である。例えば、TEOS（テトラエチルオキシシラン）層を用いることができる。光学のアシスト層はレジスト層と基板間の光学的干渉を変化し、レジスト“フート”の形成を減少/除去する。

【0005】

【実施の形態】 本発明はトレンチ分離の形成に用いられるホトリソグラフィ・プロセスと共に説明されるであろう。本発明の利点は、LOCOS分離を形成するために用いられるような他のホトリソグラフィ、およびハードマスクを含まない他のフート問題に適用されることができるとは、この分野の当業者に明らかであろう。図2を参照すると、ハードマスクを形成するために連続して用いられる所望の層（この場合、層12と14）が基板10上に堆積される。一般に、ハードマスクはパッド酸化物の層12と窒化物の層14からなる。パッド酸化物層12は150Åのオーダーの厚さを有し、窒化物層14は1,500Åのオーダーの厚さを有する。しかし、本発明は、この特定のハードマスクの構成に限定されず、他のハードマスクの積み重ね（スタック）がこの分野の当業者に明らかであろう。

【0006】 次に、光学のアシスト層16が層14上に堆積される。この光学のアシスト層16は層14（この場合、窒化物）の屈折率と異なる屈折率を有する透明或いは半透明の材料を有するのが好ましい。例えば、光学のアシスト層16はTEOSを含む。他の例は、BPSG (borophosphosilicate glass: ホウ素リン珪酸ガラス)、非TEOSシリコンダイオキサイド、アルミニウム酸化物、および亜鉛酸化物を含む。光学のアシスト層16の厚さは特定の適用に基づいて最適化される。考慮されるべきファクターは、層14の厚さ、層14の下のある層（この場合、層12）の厚さ、これらの層の屈折率および光学のアシスト層に対して選ばれた材料の屈折率を有する。一例として、150Åのパッド酸化物（層12）の厚さ、および1,500Åの窒化物層（層14）の厚さに対して、TEOSを含む光学アシスト層は2,000Åのオーダーにすることができる。

【0007】 光学のアシスト層16が堆積された後、ホトレジスト層22が光学のアシスト層16上に形成され

る。図3に示されるように、レジスト層22は、レジストパターン24を形成するために、露光され、エッチングされる。光学のアシスト層16の存在により、レジストパターン24はパターンの下部に“フート”を含まない。レジスト層22と基板10間の光学的干渉は光学のアシスト層16によって減少され、“フート”が除かれる。レジストパターン24は、マスクとして用いられ、図4に示されるように、ハードマスク26を形成するために層14と12をエッチングする。レジスト“フート”がないことによって、真っ直ぐな側壁28を有し、レジストパターン24の上部と一致するパターンを有する改善されたハードマスク26が生じる。ハードマスク26の形成後に、レジストパターン24は除去される。もし、必要なら、光学のアシスト層16もこの点で除去されてもよい。けれども、層16は、プロセスの後の点まで、その場所に残されていてもよい。次に、トレんチが基板10にエッチングされる。このトレんチは、トレんチ分離を形成するために用いられた従来の材料で充填されることができる。

【0008】光学のアシスト層16の厚さは、下に横たわる層（この場合、層12と14）の厚さと屈折率に大きく依存する。実際に、層14が窒化物を有する場合に、光学のアシスト層16が必要ないように、窒化物層の厚さを調節することが可能である。しかし、窒化物層を適切な厚さに調節することは、必ずしも有利であるとはかぎらない。例えば、窒化物の厚さが増加するにつれて、窒化物層の欠陥も増加し、均一性が減少する。一方、窒化物層を薄くすることは、続くプロセスステップを達成するために、殆ど窒化物を残さないようにすることである。上述のことは、レジスト層の下層の構成に関係なく、正しく、且つ単に窒化物に限定されないことが留意されるべきである。光学のアシスト層16は、レジストと基板間の光学的干渉を阻止する働きをすることも留意されるべきである。上部と下部の非反射コーティングが吸収する道は干渉を吸収しない。光学のアシスト層16は、どこで（即ち、その期間に、どの点で）ホトレジストの露光からの定在波が基板と接触するかを調節すると考えられている。これは、レジスト層と基板間の干渉、および生じるパターンに影響する。

【0009】図5(A)～(D)は光学のアシスト層16の厚さを変えた結果を示す。パッド上に1,500Åの厚さを有する窒化物層が用いられる。TEOSが光学のアシスト層16に対して用いられる。図5(A)は2,000Åの、光学のアシスト層16の厚さを示し、レジスト“フート”は見つからない。図5(B)は、2,250Åの、光学のアシスト層16の厚さを示し、僅かなレジスト“フート”が形成し始めている。図5(C)は、2,500Åの、光学のアシスト層16の厚さを示し、明らかなレジスト“フート”が認められる。最後に図5(D)は、2,750Åの厚さを有する光学のアシスト層16の場合を

示し、レジスト“フート”は更に著しい。2,000Åの厚さは上記の例に対して有利であるけれども、他の窒化物の厚さと光学のアシスト層の構成に対して最適でないかも知れない。光学のアシスト層の厚さは、それが用いられる特定の状態に対して最適化される必要がある。

【0010】この発明は、図示した実施形態に関して説明されたが、この説明は限定した意味に解釈されることを意図していない。本発明の他の実施形態と同様に、図示した実施形態のいろいろな変更や組み合わせがこの分野の当業者に明らかであろう。従って、請求項はあらゆる変更や実施態様を含むことが意図される。以上の記載に関連して、以下の各項を開示する。

(1) ホトイソグラフィ方法であって、基板上に少なくとも1つの層を形成するステップと、前記少なくとも1つの層上に、少なくとも半透明であり、前記少なくとも1つの層とは異なる屈折率を有する光学のアシスト層を形成するステップと、前記光学のアシスト層上にホトレジスト層を形成するステップと、前記ホトレジスト層からレジストパターンを形成するステップと、を有することを特徴とする方法。

【0011】(2) 更に、ハードマスクを形成するためにレジストパターンを用いて、前記光学のアシスト層と前記少なくとも1つの層をエッチングするステップを有することを特徴とする前記(1)に記載の方法。

(3) 前記少なくとも1つの層は窒化物層を有することを特徴とする前記(1)に記載の方法。

(4) 更に、前記窒化物層と前記基板間にパッド酸化物を含むことを特徴とする前記(3)に記載の方法。

(5) 前記光学のアシスト層は、TEOSを含むことを特徴とする前記(1)に記載の方法。

(6) 前記光学のアシスト層は、透明な材料を含むことを特徴とする前記(1)に記載の方法。

【0012】(7) 前記光学のアシスト層は、窒化物の屈折率と異なる屈折率を有することを特徴とする前記(1)に記載の方法。

(8) 前記少なくとも1つの層は、1,500Åのオーダーの厚さを有する窒化物を有し、前記光学のアシスト層は、2,000Åのオーダーの厚さを有するTEOSを含むことを特徴とする前記(1)に記載の方法。

(9) ハードマスクを形成する方法であって、基板上にパッド酸化物を形成するステップと、前記パッド酸化物上に窒化物層を形成するステップと、前記窒化物層上に、少なくとも半透明であり、前記窒化物層と異なる屈折率を有する光学のアシスト層を形成するステップと、前記光学のアシスト層上にホトレジスト層を形成するステップと、前記ホトレジスト層からレジストパターンを形成するステップを有し、前記ホトレジスト層の厚さは下部の幅にほぼ等しい上部の幅を有するレジストパターンを形成するように最適化されており、前記ハードマスクを形成するために、前記レジストパターンをマスクと

して用いて、前記光学のアシスト層、前記窒化層および前記パッド酸化物をエッチングするステップと、前記レジストパターンを除去するステップ、を有することを特徴とする方法。

【0013】(10)更に、前記レジストパターンを除去するステップ後に、前記光学のアシスト層を除去するステップを有することを特徴とする前記(9)に記載の方法。

(11)前記光学のアシスト層は、TEOSを含むことを特徴とする前記(9)に記載の方法。

(12)前記光学のアシスト層は、透明な材料を含むことを特徴とする前記(9)に記載の方法。

(13)前記窒化物層は、1,500Åのオーダーの厚さを有し、前記光学のアシスト層は、2,000Åのオーダーの厚さを有するTEOSを含むことを特徴とする前記(9)に記載の方法。

(14)本発明は、レジストパターン(24)のプロフィールを最適化するための光学のアシスト層(16)に関する。パッド酸化物(12)と窒化物層(14)が基板上に形成され、光学のアシスト層(16)がレジストの堆

積前に形成される。その後レジスト層が堆積され、レジストパターン(24)に形成される。このレジストパターン(24)は、光学のアシスト層(16)の存在により、真っ直ぐな側壁を有し、且つレジストパターン(24)の下部にレジスト“フート”を形成しない。光学のアシスト層(16)の厚さは、レジスト層と基板(10)間の干渉を減少/除去するように最適化され、従って、レジスト“フート”を減少/除去する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術の問題を有するレジストパターン“フート”の断面図である。

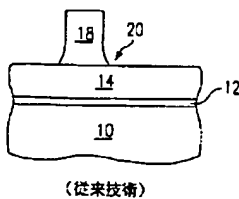
【図2】本発明による製造の1つステージにおけるトレんチ分離のプロセスの断面図である。

【図3】本発明による製造の1つステージにおけるトレんチ分離のプロセスの断面図である。

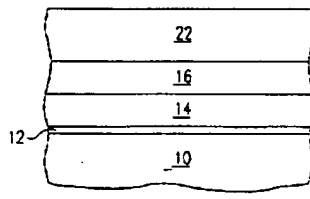
【図4】本発明による製造の1つステージにおけるトレんチ分離のプロセスの断面図である。

【図5】(A)－(D)はいろいろな厚さを有する、本発明の光学のアシスト層を用いるレジストパターン断面図である。

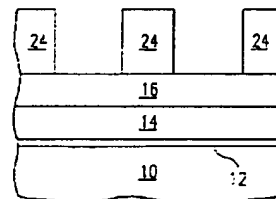
【図1】



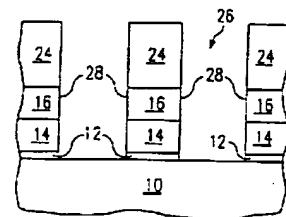
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

